

Características de la variación de la ingesta diaria de energía de las mujeres jóvenes universitarias de estratos socioeconómicos medios en la ciudad de Bogotá

Characteristics of the variation in daily energy intake in university young women from middle class in Bogotá city

ABSTRACT

Introduction: The gold standard to estimate individual usual intake is the mean of multiple day's intake. This estimation procedure is based on Beaton's model, who consider independence and two sources of variation: between and within subjects. There are evidences and physiological arguments against validity of Beaton's hypothesis, this fact could have relevant effects in dietetic assessment. *Subjects and Methods:* A food consumption of 43 middle class university women was recorded during 28 days. They were trained in order to assure quality records. *Results:* Low values in energy intake were reported, and no differences between energy intake during weekend and weekdays was observed. Considering reported intakes for each person as a time series, no autocorrelations was observed considering lags within 1 to 7 days. Differences in within subjects variances was observed. *Conclusion:* Deficiencies in subject's energy intake corresponds to disorders in university students' nutrition, such deficiencies could be the explanation of the observed independence in daily energy intake despite evidences of the existence of correlations reported in different papers. The hypothesis of variance homogeneity was not true, so it was not correct to talk about a "within variance", instead a population's probability distributions for variances was considered, as a consequence Beaton's model must be modified. A probability distribution to characterize the number of days needed to estimate energy intake for subjects in population was considered.

Key words: Energy intake; within-subject variation; variance homogeneity; independence between days; number of days.

Pedro Monterrey G. (1)
Lilia Cortés S. (2)
Miller Ariza G. (3)

(1) Departamento de Matemáticas,
Universidad del Rosario, Bogotá D.C. Colombia.
(2) Departamento de Nutrición y Dietética,
Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
(3) Programa de Ingeniería Financiera,
Universidad Piloto de Colombia, Bogotá, Colombia.

Dirigir la correspondencia a:
Profesor
Pedro Monterrey
Universidad de Rosario,
Departamento de Matemáticas,
Calle 12C No. 6-25
Bogotá
Colombia.

Teléfono 2970200, extensión 4009.
E-mail: pedro.monterrey@urosario.edu.co

Este trabajo fue recibido el 5 de Marzo de 2016
y aceptado para ser publicado el 5 de Noviembre de 2016.

INTRODUCCIÓN

Los métodos de evaluación nutricional son utilizados para medir los riesgos asociados a los desbalances nutricionales, así como para monitorear o evaluar el efecto de las intervenciones. Dentro de la evaluación nutricional, los métodos dietéticos son especialmente importantes porque identifican la primera etapa de una deficiencia nutricional (1); en ese sentido la cuantificación, con la mayor precisión posible, de la ingesta de

energía y los diferentes nutrientes es fundamental tanto para la formulación de políticas públicas para establecer la relación exposición-enfermedad. Debido al efecto acumulativo de los desbalances nutricionales, esta cuantificación consiste en la identificación de los patrones de alimentación a largo plazo, patrones que se representan numéricamente como el valor medio de la ingesta en múltiples días tanto para la energía como para los diferentes nutrientes (2). En el lenguaje estadís-

tico, esta definición se corresponde con la determinación del valor medio de la distribución de probabilidad de la variable aleatoria que representa los valores de las ingestas diarias, distribución que cambia según el componente de la dieta que se evalúe y según el individuo (3). La estimación de la ingesta individual es entonces un problema estándar de estimación de la media en poblaciones infinitas, cuya solución se ha establecido como el promedio del registro del consumo de múltiples días. Se ha señalado que este procedimiento se encuentra influido por la variabilidad de las ingestas diarias y por las diversas dificultades que se derivan de evaluar el consumo durante múltiples días (3-6). Adicionalmente la presencia de autocorrelación, es decir de correlación entre las ingestas en días consecutivos, pudiera disminuir relevantemente la efectividad de ese proceso de estimación (7). Lamentablemente la identificación de tales correlaciones, la determinación de su efecto y su control no han sido considerados de manera general en los procedimientos de estimación del consumo y pudiera tener un efecto relevante sobre la validez de los procedimientos utilizados habitualmente.

Para representar la ingesta de las poblaciones se ha utilizado un modelo semejante al empleado para los individuos, pero en él las ingestas en la población se han representado mediante una variable aleatoria en la que los patrones de consumo individuales, las ingestas medias de los individuos, son sus valores observados. El valor medio de esa distribución se ha establecido que representa la ingesta poblacional (2,6). Se presenta un problema de muestreo estadísticamente semejante al considerado para las ingestas individuales, pero las unidades de muestreo en este caso no son los días sino los individuos, cuyo consumo es representado por su valor medio.

Beaton y colaboradores (8) establecieron, en 1979, un modelo estadístico para representar las ingestas que ha sido y es muy utilizado. En su modelo y_{ij} representa la ingesta del individuo i en el día j , la que se descompone como $y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$ donde μ es la ingesta media de la población, t_i denota una familia de variables aleatorias que cuantifican respectivamente el aporte del individuo i a la ingesta poblacional, representando $\mu + t_i$ la ingesta media del individuo i . En el modelo se asume independencia, tanto entre días como entre individuos y supone además: $t_i \sim n(0, \sigma_e^2)$, siendo σ_e^2 la varianza entre individuos o "varianza entre" y $e_{ij} \sim n(0, \sigma_d^2)$, siendo σ_d^2 la varianza dentro del individuo o "varianza dentro", valor que representa la varianza de las ingestas en múltiples días. Denotando $\sim n(\mu, \sigma^2)$ la normalidad de la variable con los parámetros indicados. Las varianzas del modelo han sido denominadas componentes de la varianza; en estadística un modelo así se conoce con el nombre de modelo de efectos mezclados, pues tiene componentes fijas y aleatorias. El análisis del cociente entre las varianzas del modelo y su efecto sobre la estimación del consumo ha sido el contexto teórico en el que se han realizado múltiples estudios sobre cuantificación de las ingestas individuales y las fuentes que influyen sobre las características y propiedades de tales estimaciones. El modelo ha sido utilizado, especialmente, para determinar el número de días necesario para estimar el consumo individual (9-11) y ha sido el fundamento teórico del criterio de que, al diseñar el muestreo para un estudio de evaluación dietética, se debe establecer un único número de días para evaluar las ingestas de los individuos en la muestra.

Es común que, en muchas publicaciones del tema, las hipótesis del modelo de Beaton hayan sido asumidas como verdaderas sin ser sometidas a un juicio previo, limitándose los autores a estimar sus componentes (11-15). A pesar de

lo difundido de esta forma de proceder, no ha sido evidente que las hipótesis del modelo sean ciertas todos los casos y en todas las poblaciones, por ejemplo, se han observado macronutrientes en los que las distribuciones del consumo son asimétricas (6); adicionalmente, el hecho de que la alimentación dependa de factores económicos y culturales (3) ha determinado la posibilidad de que las ingestas, tanto de energía como de nutrientes, tengan un cierto patrón de correlación entre diferentes días y a que las varianzas de las ingestas individuales no sean iguales u homogéneas (7,16,17). En el caso de la energía y en correspondencia para los diferentes macronutrientes relacionados, esta posibilidad se ha potenciado por el hecho de que la ingesta calórica total se determina por factores fisiológicos y metabólicos (3).

Dentro de la evaluación dietética, la caracterización de la ingesta calórica total merece una especial atención por ser un determinante directo de la enfermedad y por su relación con la ingesta y el metabolismo de otros nutrientes. En Colombia, la Encuesta Nacional de la Situación Nutricional (18), realizada el año 2010, estimó que 51,2% de la población mayor de 18 años presentaba sobrepeso u obesidad; en el caso específico de las mujeres la proporción estimada fue aún mayor (55,2%). Por ese motivo ha quedado establecida la importancia del estudio de la ingesta calórica total de las mujeres; en ese contexto la determinación de sus patrones de variación diaria resulta especialmente necesaria para perfeccionar los criterios de evaluación dietética (3). Dentro de las mujeres las universitarias deben ser valoradas especialmente, ya que diferentes estudios han demostrado que constituyen un grupo poblacional en riesgo debido a sus malos hábitos alimentarios, los que han sido caracterizados por la presencia de patrones de alimentación poco variados y con predominio de comidas rápidas (19-21). No se han identificado estudios en Colombia dedicados a caracterizar la alimentación y nutrición de este grupo poblacional.

En Colombia se han reportado pocos estudios dedicados a analizar la variabilidad de las ingestas, tanto de energía como de los diferentes nutrientes, Herrán y colaboradores (22,23) han analizado este tema en dos publicaciones diferentes, aunque en ambos casos las hipótesis de independencia entre las ingestas y de homogeneidad de las varianzas dentro de los individuos fueron asumidas como verdaderas sin validación previa. El objetivo del presente trabajo fue caracterizar la ingesta de energía de las mujeres jóvenes universitarias de estratos socioeconómicos medios en la ciudad de Bogotá, identificar sus patrones de variabilidad y validar las hipótesis del modelo de Beaton.

SUJETOS Y MÉTODOS

Durante un período de 28 días se evaluó el consumo de alimentos a 43 mujeres, estudiantes de carreras no relacionadas con el área de la salud, que voluntariamente respondieron a una convocatoria. El total de días en que se evaluaron las ingestas permitió estimar la ingesta individual con una confiabilidad del 95% y un error relativo de 7,9%; el total de personas a las que se les evaluó la ingesta calórica total permitió estimar el consumo poblacional con una confiabilidad del 95% y un error relativo de 5,7%. Para la estimación del tamaño de la muestra se consideraron los valores de variabilidad presentados por Willet en la tabla 3.5, página 42 (3), el error relativo se calculó respecto a la Recomendación Nutricional vigente en Colombia para este grupo poblacional de 2250 Kcal/día (24). Cada participante registró su consumo de alimentos en un diario, para ello recibió un entrenamiento sobre cómo

realizar los registros y semanalmente se realizaron controles en los que la información recolectada se contrastaba contra modelos de alimentos con porciones estándar marca Nasco®. Los controles y el procesamiento de la información dietética lo realizaron dos estudiantes de nutrición, supervisadas por una de las autoras. Los resultados de los registros del consumo se transformaron en valores de ingesta diaria de energía utilizando una hoja de cálculo elaborada al efecto en EXCEL. En los cálculos se tomó como base la Tabla de Composición de Alimentos publicada en el año 2003 por el Centro de Atención Nutricional de Medellín.

Para la descripción de los datos fueron utilizadas la media aritmética, la mediana, la desviación estándar y los valores máximos y mínimos. Para evaluar la normalidad de los datos se utilizó la prueba de bondad del ajuste de Kolmogorov-Smirnov; asimismo se utilizó la prueba de los mismos autores para la comparación de dos poblaciones. Para el análisis de la homogeneidad de las varianzas se empleó la prueba de Levene. La descripción de la relación entre variables se realizó mediante un diagrama de dispersión acompañado del correspondiente coeficiente de determinación. Las distribuciones poblacionales de las variables se presentaron mediante diagramas de violín y estimadores de núcleo (kernel) de la distribución, los estimadores de núcleo de la función de densidad (kernel density estimators) se ajustaron utilizando la función de Epanechnikov. La estimación de las componentes de la varianza se realizó utilizando los estimadores derivados del análisis de la varianza. En las series de tiempo determinadas por la ingesta calórica total de cada participante se calcularon las autocorrelaciones parciales utilizando retardos entre 1 a 7 días; para evaluar la significación de las autocorrelaciones parciales se utilizó la prueba t del modelo de regresión utilizado para ajustarlas. El rechazo de la hipótesis nula, en las diferentes pruebas estadísticas, se realizó utilizando valores

P menores que 0,01. Los análisis estadísticos se realizaron en EXCEL y en STATA 12.

RESULTADOS

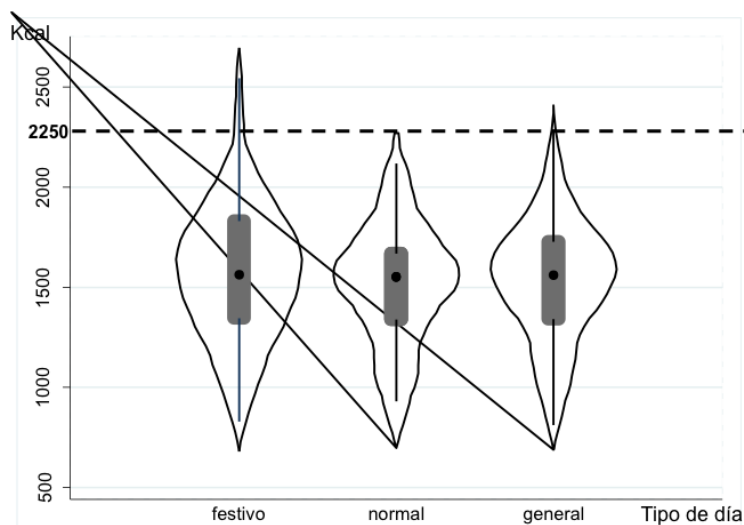
La figura 1 muestra que la ingesta calórica total en todos los casos analizados fue muy inferior a la recomendación nutricional colombiana (RDA) para este grupo poblacional (2250 Kcal); los valores reportados oscilaron entre un mínimo de 811,3 y un máximo de 2287,5 Kcal. La figura 1, adicionalmente, presenta la comparación de las distribuciones de las ingestas individuales en todos los días (valor general), los días de entre semana (días normales) y los de fin de semana o festivos (festivos), no encontrando diferencias entre las ingestas de energía en los días festivos y los normales ($p=0,338$, prueba de Kolmogorov-Smirnov, caso dos poblaciones).

Para analizar la validez de la hipótesis de homocedasticidad o igualdad de las varianzas de las ingestas, primero se analizó la normalidad de los datos individuales. Para cada una de las jóvenes en el estudio la prueba de Bondad del Ajuste de Kolmogorov-Smirnov indicó que no podía ser rechazada ($p > 0,01$) la normalidad de sus reportes de ingesta calórica total, lo que permitió asumir la normalidad de las ingestas de cada persona. La prueba de Levene ($p = 0,000$) permitió rechazar la hipótesis de igualdad de las varianzas de las ingestas de cada persona en el estudio, oscilando sus desviaciones estándar entre un mínimo de 150,3 Kcal y un máximo de 564,0 Kcal. La figura 2 muestra una característica importante de los valores observados de las varianzas de las ingestas: la existencia de una proporcionalidad directa entre la ingesta calórica total y su variabilidad; fue posible afirmar, utilizando el coeficiente de determinación, que aproximadamente 40% de los cambios en las varianzas de las ingestas se pudo explicar por los valores de su patrón de ingesta de energía.

Al no cumplirse la homocedasticidad exigida por el

FIGURA 1

Estimación de la distribución del consumo de energía, mediante diagramas de violín, según tipo de día de la semana.



modelo de Beaton (8) se sustituyó la noción de varianza dentro, σ_d^2 , por una familia de varianzas, σ_i^2 , que representó la variabilidad de cada una de las participantes en el estudio (representada por el valor i) con lo que la noción de varianza

dentro del individuo fue sustituida por una distribución de probabilidad que representó la variabilidad de las ingestas en la población. La figura 3 muestra la estimación de núcleo que se obtuvo para esa distribución en la población de las

FIGURA 2

Relación entre el consumo y la variabilidad de la ingesta individual.

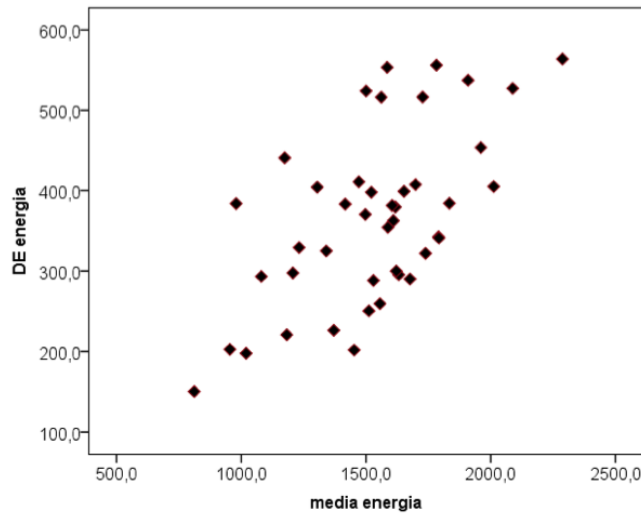
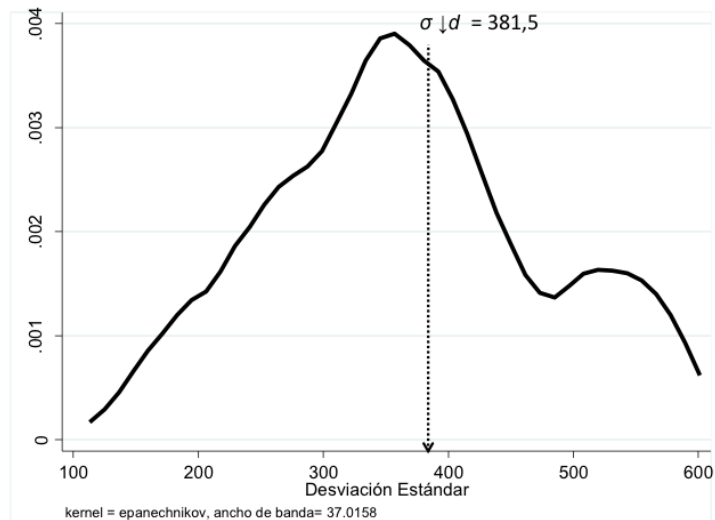


FIGURA 3

Estimación de la distribución de la variabilidad individual del consumo de energía utilizando una estimación de núcleo y su relación con la estimación de la desviación estándar dentro del individuo (σ_d) calculada suponiendo homocedasticidad.



mujeres universitarias, como se aprecia el valor que correspondería a la estimación de la varianza dentro si hubiera heterocedasticidad, $\sigma_d = 381,5$, fue ligeramente semejante a la mediana de la distribución por lo que el modelo de Beaton no hubiera representado correctamente la variabilidad de las mujeres estudiadas.

Al considerar las series de tiempo determinadas por la ingesta calórica total en cada uno de los 28 días en que se registró la ingesta para cada una de las participantes, se analizó la presencia de autocorrelación parcial en cada una de las 43 series obtenidas utilizando para ello retardos entre 1 y 7 días. La figura 4 muestra la distribución de los valores que fueron obtenidos para esas autocorrelaciones según cada uno de los retardos, así como el comportamiento de los valores P de la prueba t para su significación. Como se aprecia en el gráfico, los valores P de la prueba para cada uno de los retardos y cada una de las series individuales no detectó autocorrelaciones, solamente en dos casos (4,7% del total) el valor P correspondiente al retardo 1 día mostró valores menores que 0,01 y por tanto, para esas dos personas, su ingesta calórica total correlacionó con la del día anterior.

Al no cumplirse la hipótesis de homocedasticidad y ser representadas las varianzas por una distribución probabilidad, como se indicó en la figura 3, el número de días en que debería evaluarse el consumo para estimar la ingesta de energía, también debió ser representado utilizando una distribución de probabilidad. La figura 5 muestra las estimaciones de núcleo de la distribución del número de días para estimar el patrón de ingesta de energía en las mujeres de la población estudiada. Las estimaciones se realizaron según diferentes criterios: en dos casos se utilizó el criterio de estimar el valor medio de las ingestas con confiabilidad del 95% y con precisiones del 10% y 15% de la Recomendación Nutricional en Colombia (2250 Kcal) (3); en los otros dos casos el criterio fue que la

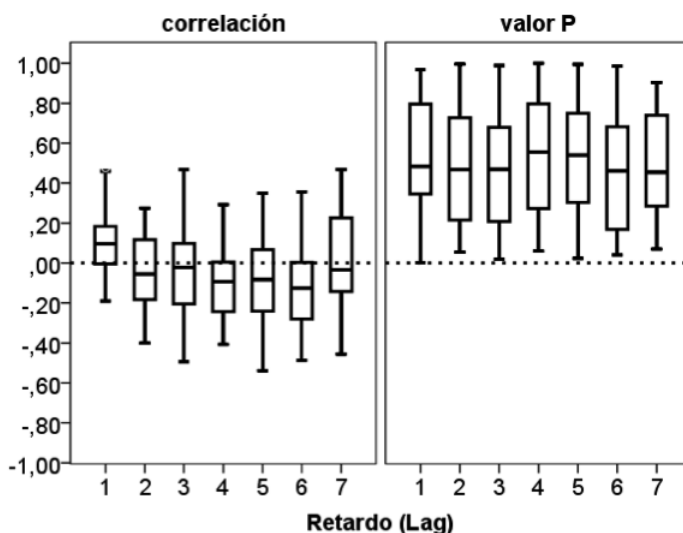
estimación tuviera una correlación con la ingesta verdadera de 0,90 y 0,95 respectivamente (9). En todos los casos se calculó, adicionalmente, el número de días en que se requeriría evaluar el consumo suponiendo que la hipótesis de homocedasticidad hubiera sido cierta. Como se aprecia en la figura 5, la aplicación del criterio convencional de homocedasticidad hubiera conducido a la obtención de registros de consumo diarios que en múltiples casos hubieran sido excesivos y en otros insuficientes para cuantificar la ingesta calórica total de las personas en la población estudiada.

DISCUSIÓN

La ingesta calórica total en este grupo poblacional fue muy inferior a lo recomendado para la población colombiana de similar edad y género. Los valores observados para las ingestas de energía de las universitarias colombianas estuvieron en el orden numérico de los reportados en diferentes estudios que han evaluado nutricionalmente las poblaciones de estudiantes universitarias de sexo femenino y que también han detectado bajas ingestiones calóricas (25-28). Diferentes estudios que han analizado las características de la alimentación de los estudiantes universitarios, han encontrado que se caracterizan por la presencia de trastornos nutricionales determinados por la presencia de patrones de alimentación poco variados y con predominio de comidas rápidas (19-21). Anigstein (29), en una investigación cualitativa, señaló que el problema no ha radicado en la falta de información sino en situaciones personales, el contexto donde la alimentación tiene lugar y los alimentos disponibles; afirmación que ha sido corroborada por otros estudios; incluso estudiantes de nutrición o del área de la salud, presentan los mismos trastornos nutricionales que el resto de la comunidad universitaria, lo que ha evidenciado que los conocimientos profesionales en el área de la nutrición y la alimentación no han tenido un efecto determinante sobre

FIGURA 4

Autocorrelaciones en las series de consumo individuales según diferentes retardos.



las decisiones en la alimentación (26, 30). Las diferencias en la alimentación los días de fines de semana en comparación con las ingestas los días entre semana han sido consideradas como un elemento importante en la modelación de las ingestas (5), sus diferencias han sido resaltadas en el caso de la energía (7, 31) y generalmente para las diferentes componentes de la dieta (19). Que en la población estudiada este factor no haya sido relevante en el comportamiento de las ingestas de energía, pudiera interpretarse como una consecuencia de los trastornos de alimentación reportados para las estudiantes universitarias, los que pudieran haberse convertido en un estilo de vida más que una limitación temporal en la alimentación por las ocupaciones de la vida académica.

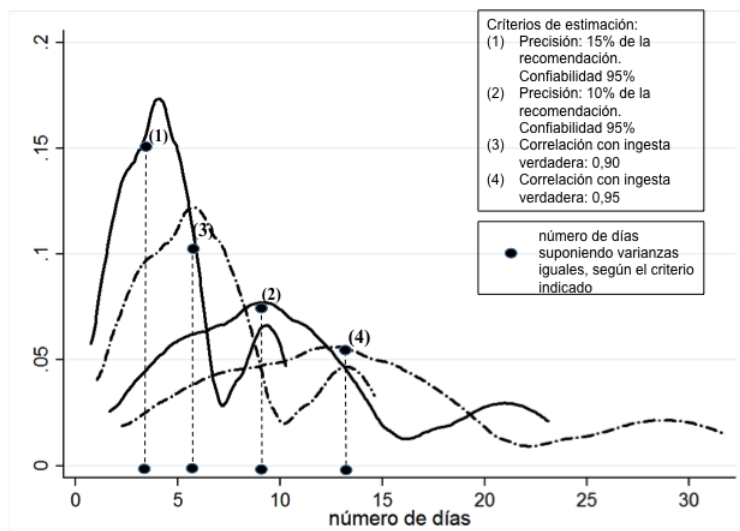
La homocedasticidad u homogeneidad de las varianzas es una de las hipótesis del modelo de Beaton (8) con mayores aplicaciones al analizar los datos de las ingesta y diseñar las estrategias de evaluación dietética. En el caso de las mujeres estudiadas esta hipótesis no se cumplió, se observó que cada persona presentó un patrón de variabilidad de sus ingestas diferente, personal. Las diferencias observadas en las varianzas individuales se explicarían por el efecto de los diferentes factores que influyen en la alimentación de las personas y se correspondería con el hecho de que la alimentación es un fenómeno altamente individual, afirmación que, en el caso de la energía, se ha reafirmado por el hecho de que ella es el único componente de la dieta, cuya ingesta queda determinada por factores fisiológicos (3,6). Una característica interesante de la variación individual fue que los cambios en las ingestas diarias fueron directamente proporcionales a los niveles de ingesta reportados, a mayor ingesta mayor variabilidad diaria, un comportamiento semejante fue observado por Tarasuk y Beaton (17) en otra población de mujeres, aunque en el

caso de las universitarias colombianas se apreció que deben existir otros factores, además de las cantidades ingeridas, que pudieran determinar la variabilidad. Esta proporcionalidad pudiera también estar presente en la variabilidad de la ingesta de otros nutrientes, esto se inferiría de la caracterización de la variabilidad de las ingestas de diferentes nutrientes realizada por Monterrey y colaboradores (4). Se necesitaría mayor investigación para determinar los factores que determinan la variabilidad de las ingestas, así como para establecer en qué poblaciones las varianzas dentro de las personas son iguales o diferentes. Presumiblemente, la homogeneidad de las varianzas no debería ser muy frecuente y el comportamiento heterocedástico de la variabilidad dentro del individuo, observado entre las mujeres jóvenes universitarias, debería ser el patrón de comportamiento común; a pesar de que múltiples estudios dedicados a analizar la dieta no lo tienen en cuenta.

La hipótesis de homogeneidad de las varianzas ha adquirido una relevancia crucial en el diseño de las estrategias de evaluación dietética; sobre esta base, se ha reportado el uso del método AMPM (Automated Multiple-Pass Method) diseñado para disminuir el sub-reporte (32,33). Softwares de estimación de ingesta poblacionales, como es el caso de MSM (Multiple Source Method) se han basado en la hipótesis de homogeneidad de las varianzas en su proceso de transformación de los datos; el sistema MSM, específicamente en su paso 2, refiere "...los residuos transformados se emplean para estimar la varianza inter e intra individual..." (34). Es de señalar que el sistema PC-SIDE, basado en el procedimiento de estimación desarrollado por la Universidad de Iowa (35,36) se ha estructurado sobre la base de un modelo de componentes de la varianza que asume varianzas diferentes para las ingestas de cada individuo.

FIGURA 5

Estimación de núcleo de la distribución del número de días necesarios para estimar la ingesta de energía de cada individuo en la población según precisiones o correlaciones con la ingesta verdadera. Relación de estas distribuciones con el número de días necesarios para estimar con los mismos criterios, suponiendo homocedasticidad.



Un argumento, referido en diferentes artículos, es que la varianza dentro del individuo disminuye al aumentar el número de días (17,37), esta afirmación no es muy precisa pues esta varianza sería consecuencia de los factores que determinan las características de la alimentación y como tal debería ser un atributo de la persona, no de los días en que se evalúa su alimentación. Lo que pudiera ocurrir con el aumento del número de días en que se evalúa el consumo, es que disminuya el error de estimación de la media, e incluso de la varianza, lo que mejoraría las estimaciones pero no modificaría los atributos de los individuos.

El que la hipótesis de homocedasticidad haya sido rechazada en el caso de las mujeres universitarias determinó que, en la modelación de las ingestas de energía, el modelo de Beaton fuera sustituido por un modelo de efectos mezclados, con componentes de la varianza, para representar los diferentes valores de la variabilidad de las ingestas individuales; por ello, en el modelo de Beaton, la hipótesis $e_{ij} \sim n(0, \sigma_a^2)$ fue sustituida por $e_{ij} \sim n(0, \sigma_i^2)$, donde i representó el individuo y j el día, esto significó sustituir la noción de varianza dentro, σ_a^2 , por una familia de varianzas, σ_i^2 , para representar los diferentes valores de la variabilidad individual. Su comportamiento poblacional fue representado por una distribución de probabilidad para describir la variabilidad en la población. En nuestro caso de estudio la distribución observada para las varianzas fue bastante simétrica, aunque se ha reportado la presencia de asimetría positiva en otras poblaciones (16). La simetría se correspondería con un predominio de valores que marcarían una relativa homogeneidad en las ingestas de energía para una buena parte de la población.

En las mujeres jóvenes universitarias no se encontró correlación entre días, lo cual determinó que su ingesta diaria de energía pudiera ser considerado como un proceso completamente aleatorio, en el que el valor en un día cualquiera fue independiente de lo ingerido en días anteriores. Este comportamiento pudiera ser considerado como uno más de los trastornos en la alimentación de ese grupo poblacional y sería una más de las características de las conductas en la alimentación que han sido reportadas como causantes de los problemas de alimentación y nutrición de los universitarios (19, 21, 25,30). Se hubiera esperado identificar algún patrón de autocorrelación teniendo en cuenta el efecto que pudieran tener los diferentes factores que influyen en la alimentación; sobre todo porque, específicamente en el caso de la energía, Neuhaus y cols. (38) identificaron mecanismos fisiológicos que explicarían la autocorrelación de las ingestas. En otras poblaciones ha sido reportada autocorrelación entre las ingestas de diferentes días, Tarasuk y Beaton (17) la reportaron en el caso de la energía y Hankin y cols. (16) para la energía y otros nutrientes. Al estudiar mujeres adultas, Bray y cols. (39) y Champagne y cols. (40) determinaron la existencia de un período de corrección de aproximadamente 4 días para las ingestas de energía, período en el cual las personas corrigieron las desviaciones de sus ingestas respecto al valor medio de su ingestión calórica total, esta autocorrección caracterizó la existencia de algún tipo de patrón de relación entre las ingestas diarias y sustenta la hipótesis de la posible existencia de dependencia de las ingestas de días consecutivos. Estos elementos harían esperar que la hipótesis de independencia del modelo de Beaton pudiera no ser cierta en muchas poblaciones. La hipótesis de independencia ha sido utilizada profusamente tanto en artículos como en libros de texto, incluso en softwares, como MSM, en el que la independencia es una premisa fundamental para la validez de su procedimiento de ajuste de la

distribución de las ingestas (34). Vale comentar que el sistema PC-SIDE asume un patrón exponencial para las correlaciones entre días, patrón que fue estudiado por Carriquiry y cols. (41). A pesar de la importancia de la hipótesis de independencia son pocos los estudios dedicados a validarla.

La hipótesis de independencia entre días ha sido muy utilizada en la planificación de la evaluación de las ingestas, sin embargo se reconoce que de no ser cierta pudieran afectarse las precisiones en las estimaciones del consumo (42). La dependencia en las ingestas en días consecutivos o cercanos determinaría que se necesite evaluar el consumo un número mayor de días que el que sería necesario en presencia de independencia para lograr estimaciones con la misma precisión (7). Estas correlaciones no han sido consideradas al planificar la evaluación dietética en muchos artículos y libros de texto que modelan estadísticamente las ingestas y los factores que influyen en su variación; los que en general han supuesto, sin ningún tipo de fundamentación o validación, la independencia entre días de consumo. Para disminuir el posible efecto de la correlación entre días sobre las estimaciones del consumo, el sistema PC-SIDE recomienda espaciar los períodos de evaluación (35).

CONCLUSIONES

Las estudiantes universitarias presentaron un comportamiento en la ingesta de energía semejante al reportado en otras poblaciones de estudiantes universitarias, lo que evidenció que comparten los mismos problemas nutricionales: En el caso de la energía no cumplieron con las recomendaciones nutricionales y no se observaron diferencias al comparar la alimentación de entre día entre semana con los fines de semana.

En el caso de las estudiantes universitarias de estratos medios en Bogotá fue posible considerar como válida la hipótesis de independencia entre días consecutivos o contiguos, pero no la de homocedasticidad.

En la población estudiada la variabilidad individual de las ingestas de energía deben modelarse utilizando una distribución de probabilidad, igual tratamiento debe darse al número de días en que debe evaluarse el consumo para poder estimar las ingestas de energía

Dada la importancia de poder evaluar, con la mayor precisión posible, las ingestas de energía y nutrientes del individuo para disponer de información válida sobre su estado nutricional; se deben promover estudios que analicen la validez de las hipótesis del modelo de Beaton para así perfeccionar los procedimientos de evaluación dietética.

RESUMEN

Introducción: El estándar de oro para la estimación de la ingesta habitual de las personas es el promedio del consumo de múltiples días. Esta estimación descansa en el modelo de Beaton, que considera independencia y dos fuentes de variación: entre y dentro de los individuos. Existen evidencias y argumentos fisiológicos de que esto no necesariamente se cumple siempre, lo cual tendría efectos muy relevantes sobre los procedimientos de evaluación dietética. Sujetos y Métodos: Durante 28 días se registró el consumo diario de alimentos a 43 mujeres, universitarias de clase media; capacitadas y supervisadas para recoger la información. Resultados: Se registraron bajos niveles de ingesta calórica total, sin diferencias al comparar días entre semana y fines semana. Considerando los valores de ingesta de cada persona como una serie cronológica, no se encontraron autocorrelaciones considerando retardos entre 1 y 7 días. Se presentaron diferencias entre

las varianzas de las ingestas de los participantes. Conclusión: Las ingestas insuficientes coincidieron con los problemas de alimentación reportadas en este grupo poblacional; los que también pudieran explicar la independencia entre días pues se esperaba algún tipo de autocorrelación según los reportes en la literatura. La hipótesis de homogeneidad de las varianzas de los individuos no se cumplió, por lo que no fue correcto hablar de una varianza "dentro" sino de una distribución poblacional de las varianzas. El modelo de Beaton debió ser modificado y considerar una distribución de probabilidad para la caracterización del número de días en que deberían evaluarse las ingestas.

Palabras clave: ingesta energía; variación intra-individual; homogeneidad de varianzas; independencia entre días; número de días

BIBLIOGRAFÍA

- Gibson R. *Principles of Nutritional Assessment*. New York: Oxford University Press; 2005. p.1-5.
- Nusser S, Carriquiry A, Dodd K, Fuller W. A semiparametric transformation approach to estimating usual daily intake distributions. *J Am Statistical Assoc*.1996; 91:1440-9.
- Willet W. *Nutritional Epidemiology*. 2 ed. New York: Oxford University Press; 1998. p. 33-49 y p. 173-301.
- Monterrey P, Cortés Y, Corredor C, Acosta A, Caicedo P. Variabilidad de la dieta de las mujeres jóvenes universitarias su influencia sobre los criterios de evaluación dietética. *Perspectivas Nutr*. 2009; 11:11-24.
- Hartman A, Brown Ch, Palmgren J, Pietinen P, Verkasalo M, Myer D, Virtamo J. Variability in nutrient and food intake among older middle-aged men. *Ame J Epidemiol*. 1990; 132: 999-1011.
- Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. *Dietary Reference Intakes. Applications in Dietary Assessment*. Washington DC: National Academy Press; 2000. p45, apéndices B-C.
- Tarasuk V, Beaton G. Statistical estimation of dietary patterns: implications of patterns in within subject variation –a case study of sampling strategies. *Am J Clin Nutr*. 1992; 55:22-7.
- Beaton G, Milner J, Corey P, McGuire V, Cosins M, Stewart E, et. al. Source of variance in 24-hour dietary recall data: implications for nutrition study design and interpretation. *Am J Clin Nutr*. 1979; 32: 2546-59.
- Nelson M, Black A, Morris J, Cole T. Between and within subject variation in nutrient intake from infancy to old age: estimating the number of days required to rank dietary intakes with desired precision. *Am J Clin Nutr*. 1989; 50: 155-67.
- Basiotis P, Welsh S, Cronin F, Kelsay J, Mertz W. Number of days of food intake records required to estimate individual and group nutrient intakes with defined confidence. *J Nutr*. 1987; 117:1638-41.
- Palaniappan U, Cue R, Payette H, Gray-Donald K. Implications of day-to-day variability on measurements of usual foods and nutrient intakes. *J Nutr*. 2003; 133: 232-5.
- Hankin J, Reynolds W, Margen S. A short dietary methods for epidemiologic studies: ii. variability of measured nutrients intakes. *Am J Clin Nutr*. 1967; 20:935-45.
- McGee D, Rhoads G, Hankin J, Yano K, Tillotson J. Within-person variability of nutrient intake in a group of hawaiian men of japanese ancestry. *Am J Clin Nutr*.1982; 36: 657-63.
- Jackson K, Byrne V, Magarey V, Hills A. Minimizing random error in dietary intakes by 24-recall, in overweight and obese adults. *European J Clin Nutr*. 2008; 62: 537-43.
- de Castro M, Verley E, Fisberg M, Fisberg R. Children's nutrient intake variability is affected by age and body weight status according to results from a Brazilian multi-center study. *Nutr Res*. 2014; 34: 74-84.
- Hankin J, Reynolds W, Margen S. A short dietary method for epidemiologic study. *Ame J Clin Nutr*. 1967; 20: 935-45.
- Tarasuk V, Beaton G. The nature and individuality of within-subject variation in energy intake. *Am J Clin Nutr*. 1991; 54:464-70.
- ICBF, Profamilia, Instituto Nacional de Salud, Ministerio de la Protección Social. *Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia 2010 (ENSIN)*. Disponible en: <http://www.icbf.gov.co/portal/page/portal/Descargas1/Resumenfi.pdf>. Acceso en; noviembre de 2016
- Marcanoi M, Sánchez A, Espig H, Carrasco S, Pantoja N, Pimentel M, Josvan L. Evaluación nutricional en estudiantes universitarios. *Salud Online*. 2012; 16:102-14.
- Irazusta A, Hoyos I, Díaz E, Irazusta J, Gil J. Alimentación de estudiantes universitarios. *Osasunaz*. 2007; 8:7-18.
- de Piero A, Bassett N, Rossi A, Sammán N. Tendencia en el consumo de estudiantes universitarios. *Nutr Hosp*. 2015; 31: 1824-31.
- Herrán O, Quintero D, Ardila M. Fuentes y magnitud de la variación de la dieta de adultos de Bucaramanga, Colombia. *Rev Chil Nutr*. 2006; 33:55-64.
- Herrán O, del Castillo S, Fonseca Z. ¿Cuántos días se debe medir la dieta? Variabilidad de la ingesta dietaria en Colombia. *Rev Chil Nutr*. 2015; 42: 267-76.
- Ministerio de Salud y Protección Social. *Resolución Número 003803 de 2016*.
- Cutillas A, Herrero E, de San Eustaquio A, Zamora S, Pérez-Llamas F Prevalencia de peso insuficiente, sobrepeso y obesidad, ingesta de energía y perfil calórico de la dieta de estudiantes universitarios de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (España). *Nutr Hosp*. 2013; 28: 683-9.
- Samulla S, Elio E, Domínguez I, Calderón R, García A, Fernández F, Gracia S, Dazul L, Battino M, Solano H. Valoración del perfil e ingesta de nutrientes de un grupo de estudiantes iberoamericanos de postgrados en nutrición. *Nutr Hosp*. 2013; 28: 532-40.
- Gallardo I, Buen Abad L. Mala nutrición en estudiantes universitarios de la Escuela de Dietética y Nutrición del ISSSTE. *Revista Médica Universidad Veracruzana*. 2011; 11: 6-11.
- Vázquez B, Witriw A, Reyes C. Estudio preliminar sobre la ingesta alimentaria en estudiantes universitarios de las carreras de medicina y arquitectura de la Universidad de Buenos Aires. *Diaeta (B. Aires)*. 2010; 28:14-17.
- Anigstein M. Alimentación de estudiantes de pregrado chilenos en el contexto de la modernidad alimentaria. *Rev Chil Nutr*. 2013; 40: 243-9.
- Rizo M, González N, Cortés E. Calidad de la dieta y estilos de vida en estudiantes de Ciencias de la Salud. *Nutr Hosp*. 2014; 29:153-7.
- Olendzki B, Pagoto S, Hurley T, Magner R, Ockene J, Schneider K, Merrian P, Heber J. Number of 24-hour diet recall needed to estimate energy intake. *Ann Epidemiol*. 2009; 19: 553-9.
- Stote K, Radecki S, Moshfegh A, Ingersen L, Baer D. The number of 24 h dietary recalls using the US Department of Agriculture's automated multiple-pass method required to estimate nutrient intake in overweight and obese adults.

- Public Health Nutr.* 2011; 10: 1736-42.
33. Jackson K, Byrne N, Magarey A, Hills A. Minimizing random error in dietary intakes assessed by 24-h recall, in overweight and obese adults. *European J Clinical Nutr.* 2008; 62: 537-43.
 34. Multiple Source Method (MSM) for estimating usual dietary intake for short-term measurement data. User Guide. Disponible en https://msm.dife.de/static/MSM_User-Guide.pdf. Acceso en; noviembre de 2016
 35. Guenther P, Kott P, Carriquiry A. Development of an approach for estimating usual nutrient intake distribution at the population level. *J Nutr.* 1997; 127:1106-997.
 36. Department of Statistic, Center for Agricultural and Rural Development. A technical guide to C-Side. Software for Intake Distribution Estimation. Technical Report 96-Tr32. Iowa State University, 1996.
 37. Kim D, Park M, Kim J, Oh K, Joung H. Sources of variation in nutrient intake and the number of days to assess usual intake among men and women in the Seoul metropolitan area, Korea. *British J Nutr.* 2013; 110: 2098-107.
 38. Neuhaus J, Murphy S, Davis M. Age and sex differences in variation of nutrient intakes among U.S. adults. *Epidemiol.* 1991; 2: 447-50.
 39. Bray G, Flat J, Volaufova J, DeLany J, Champagne C. Corrective responses in human food intake identified from an analysis of 7-d food-intake records. *Am J Clin Nutr.* 2008; 88:1504-10.
 40. Champagne C, Han H, Bajpeyi S, Rood J, Johnson W, Lami-Keeffe C, Flatt J, Bray G. Day-to-day variation in food intake and energy expenditure in healthy women: The Dietitian Study II. *J Acad Nutr Diet.* 2003; 113:1532-8.
 41. Carriquiry A, Fuller W, Goyeneche J, Jensen H. Estimated correlations among days for the combined 1989-91 CSFII. Staff Report 95-SR77. Iowa State University, Center for Agricultural and Rural Development, 1995.
 42. Chun O, Davis C. Variation in nutrient intakes and required number on days for assessing usual nutrient intake among different populations. *J Nutrit Dis Ther.* 2012; 2: 1- 4.